


**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :</b> <b>G01N 15/00, A47L 9/28</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 95/30887</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 16. November 1995 (16.11.95)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP95/01529  <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 22. April 1995 (22.04.95)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> P 44 16 428.9 10. Mai 1994 (10.05.94) DE P 44 25 291.9 16. Juli 1994 (16.07.94) DE  <b>(71)(72) Anmelder und Erfinder:</b> IGLSEDER, Heinrich [DE/DE]; Amselweg 14, D-27419 Sittensen (DE).  <b>(74) Anwälte:</b> MÖLLER, Friedrich; Meissner, Bolte & Partner, Hollerallee 73, D-28209 Bremen (DE) usw.		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AU, CA, CN, CZ, HU, JP, KR, MX, NO, PL, SG, SK, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>

**(54) Title:** METHOD OF DETECTING PARTICLES IN A TWO-PHASE STREAM, VACUUM CLEANER AND A METHOD OF CONTROLLING OR ADJUSTING A VACUUM CLEANER

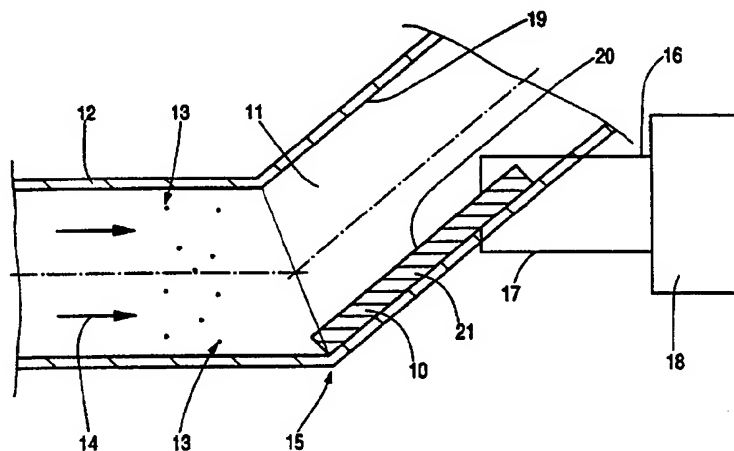
**(54) Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM NACHWEIS VON PARTIKELN IN EINER 2-PHASEN-STRÖMUNG, STAUBSAUGER SOWIE VERFAHREN ZUM STEuern ODER REGELN EINES STAUBSAUGERS

**(57) Abstract**

A method of detecting particles in a two-phase stream is disclosed, as well as a vacuum cleaner and a process for controlling or adjusting a vacuum cleaner. The detection of particles, in particular dust particles, in a two-phase stream currently relies on optical detection methods. These optical methods are prone to problems and their resolution is low. With the proposed method, a piezoelectric sensor is used to determine the location and size of the particles. A charge signal generated by the piezoelectric sensor is used to represent the particles detected or for controlling or adjusting the suction power of a vacuum cleaner.

**(57) Zusammenfassung**

Zum Nachweis von Partikeln, insbesondere Staubpartikeln, in einer 2-Phasen-Strömung werden derzeit optische Nachweismethoden eingesetzt. Die optischen Nachweismethoden sind anfällig und verfügen über eine geringe Auflösung. Bei den erfindungsgemäßen Verfahren wird zur Bestimmung der Art und des Umfangs der Partikel ein piezoelektrischer Sensor eingesetzt. Ein vom piezoelektrischen Sensor erzeugtes Ladungssignal wird zur Wiedergabe der ermittelten Partikel oder Steuerung bzw. Regelung der Saugleistung eines Staubsaugers eingesetzt.



# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

**Verfahren zum Nachweis von Partikeln in einer 2-Phasen-Strömung, Staubsauger sowie Verfahren zum Steuern oder Regeln eines Staubsaugers**

**Beschreibung:**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Nachweis von Partikeln in einer 2-Phasen-Strömung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Desweiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Steuern oder Regeln eines Staubsaugers gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 7 sowie einen Staubsauger gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

Im Sinne der Erfindung sollen unter Staubsaugern sämtliche Staubsaugereinrichtungen verstanden werden, so z.B. von Hand betätigbare Hausstaubsauger, selbsttätig verfahrbare Staubsaug-Roboter für Reinsträume sowie zentrale Staubsauganlagen, die eine zentrale Maschinenvorrichtung sowie ein Leitungssystem zur Verbindung der zentralen Maschinenvorrichtung mit einer Saugereinrichtung aufweisen.

Der Nachweis von Partikeln in 2-Phasen-Strömungen, insbesondere der Nachweis von Staub in Luft, ist für viele industrielle Herstellungsverfahren oder Integrationsmethoden wichtig. So müssen z.B. die sensiblen Herstellungsverfahren der Halbleitertechnologie sowie die Integrationsmethoden der Raumfahrttechnik unter staubfreien Bedingungen, so z.B. in Reinräumen, durchgeführt werden. Eine wichtige Voraussetzung zur Gewährleistung staubfreier Bedingungen ist der eindeutige Nachweis der Partikel hinsichtlich Art und Anzahl in einem vorgegebenen Volumen. Hierzu werden Vorrichtungen eingesetzt, die mit optischen Nachweismethoden arbeiten. Die optischen Nachweismethoden verfügen jedoch über eine geringe Auflösung und sind darüber hinaus sehr anfällig.

Auch im Haushalt ist die Bestimmung des Reinheitsgrades der Luft, des Fußbodens oder Teppichs von Bedeutung. Bisher bekannte Hausstaubsauger sind nicht in der Lage, den Reinheitsgrad eines Teppichs einfach und zuverlässig zu messen und

wiederzugeben. Daher werden Hausstaubsauger vorsorglich mit sehr hohen Saugleistungen betrieben, was zu erheblichen Geräuschbelästigungen führt.

- 5     Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein einfaches und zuverlässiges Verfahren zum Nachweis von Partikeln in einer 2-Phasen-Strömung zu schaffen. Desweiteren soll ein Verfahren zum Steuern oder Regeln eines Staubsaugers sowie ein Staubsauger geschaffen werden, der den eindeutigen Nachweis von Staubpartikeln und deren Konzentration ermöglicht.
- 10

Zur Lösung dieser Aufgabe weist das erfindungsgemäße Verfahren zum Nachweis von Partikeln in einer 2-Phasen-Strömung die Merkmale des Anspruchs 1 auf. Unter Ausnutzung des piezoelektrischen Effekts lassen sich Partikel in 2-Phasen-Strömungen, insbesondere Staubpartikel in Luft, hinsichtlich Art und Anzahl einfach nachweisen und wiedergeben.

15

Vorzugsweise wird das vom piezoelektrischen Sensor erzeugte Signals vor der Wiedergabe aufbereitet, insbesondere gefiltert. Dies hat den Vorteil, daß sich Störungen des Signals, so z.B. Meßrauschen, beseitigen lassen. Die Genauigkeit des Verfahrens wird erhöht.

20

25     Das erfindungsgemäße Verfahren zum Steuern oder Regeln eines Staubsaugers weist die Merkmale des Anspruchs 7 auf. Damit ist es möglich, die Saugleistung des Staubsaugers an den Reinheitsgrad des Fußbodens oder Teppichs anzupassen.

30     Vorzugsweise wird das Signal zur Steuerung oder Regelung der Motorleistung des Staubsaugers verwendet. Dies hat den Vorteil, daß sich der Energieverbrauch des Staubsaugers sowie die von ihm ausgehende Geräuschbelästigung verringern lassen.

35     Der erfindungsgemäße Staubsauger weist die Merkmale des Anspruchs 10 auf. Er ermöglicht den einfachen und robusten Nachweis der aufgesaugten Partikel.

Vorzugsweise ist der piezoelektrische Sensor in einem Strömungsweg schräg zu einer Strömungsrichtung der Luft angeordnet. Dies hat den Vorteil, daß die Strömung die auf den piezoelektrischen Sensor auftreffenden Partikel wieder ablöst und somit stets ein Selbstreinigungseffekt des piezoelektrischen Sensors bewirkt wird.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Staubsaugers ist der piezoelektrische Sensor in einer Einschnürung des Strömungswegs angeordnet. Bedingt durch die Einschnürung wird die Strömungsgeschwindigkeit der 2-Phasen-Strömung erhöht. Die Partikel treffen demzufolge mit einer höheren Geschwindigkeit auf den piezoelektrischen Sensor auf. Die Empfindlichkeit bzw. Auflösung des piezoelektrischen Sensors läßt sich demzufolge steigern.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung. Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

- Fig. 1 eine Anordnung eines piezoelektrischen Sensors in einem Strömungsweg nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung im Querschnitt,
- Fig. 2 eine Anordnung eines piezoelektrischen Sensors in einem Strömungsweg nach einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Ansicht analog zu Fig. 1,
- Fig. 3 ein Blockschaltbild einer Meßschaltung zur Aufbereitung und Wiedergabe eines von dem piezoelektrischen Sensor erzeugten Signals, und
- Fig. 4 die Meßschaltung der Fig. 3 im Detail.

Die hier gezeigten Vorrichtungen bzw. Meßschaltungen dienen dem Nachweis von Staubpartikeln in Luft. Einsatz finden diese Vorrichtungen bzw. Meßschaltungen u.a. bei Hausstaubsaugern.

Fig. 1 zeigt einen piezoelektrischen Sensor 10, der in einem Strömungsweg 11 einer 2-Phasen-Strömung angeordnet ist. Der Strömungsweg 11 wird durch ein Ansaugrohr 12 bzw. einen Ansaugstutzen eines nicht dargestellten Staubsaugers bestimmt.

Die 2-Phasen-Strömung, nämlich ein Gemisch aus Staubpartikeln 13 und Luft, wird durch die Saugleistung des Staubsaugers in einer durch einen Pfeil 14 bestimmten Strömungsrichtung durch das Ansaugrohr 13 bewegt. Die mit einer Strömungsgeschwindigkeit durch das Ansaugrohr 12 bewegten Staubpartikel 13 einer Masse  $m$  treffen im Bereich einer Rohrkrümmung 15 auf den dort angeordneten piezoelektrischen Sensor 10. Beim Auftreffen der Staubpartikel 13 auf den piezoelektrischen Sensor 10 geben dieselben einen Teil ihrer Bewegungsenergie an den piezoelektrischen Sensor 10 ab. Die Bewegungsenergie der Staubpartikel 13 wandelt der piezoelektrische Sensor 10 in ein entsprechendes elektrisches Signal, nämlich eine Piezospannung, um. Dieses Signal wird über Leitungen 16, 17 am piezoelektrischen Sensor 10 abgegriffen und einer Meßschaltung 18 zugeführt.

Der piezoelektrische Sensor 10 ist im Bereich der Rohrkrümmung 15 im Ansaugrohr 12 angeordnet. Der piezoelektrische Sensor 10 ist hierbei auf einer Innenwandung 19 des Ansaugrohrs 12 befestigt. Demnach ist der piezoelektrische Sensor im Strömungsweg 11 schräg zu der durch den Pfeil 14 angedeuteten Strömungsrichtung angeordnet. Eine Oberfläche 20 des piezoelektrischen Sensors 10 und die durch den Pfeil 14 angedeutete Strömungsrichtung schließen einen Winkel von ca.  $50^\circ$  bis  $80^\circ$ , vorzugsweise  $30^\circ$ , ein. Dadurch wird eine stetige Reinigung der Oberfläche 20 des piezoelektrischen Sensors 10 bewirkt.

Der piezoelektrische Sensor 10 ist als ein Kristall 21 ausgebildet. Der Kristall 21 ist derart im Strömungsweg 11 angeordnet, daß eine polare elektrische Achse des Kristalls 21 in Strömungsrichtung weist. Dadurch können die Staubpartikel 13

den piezoelektrischen Sensor 10 bzw. das Kristall 21 in der Achse seiner größten Empfindlichkeit anregen.

5 Darüberhinaus kommen als geeignete Materialien für den piezoelektrischen Sensor 10 Keramik, Kunststoff sowie Polymer infrage.

10 Der piezoelektrische Sensor 10 ist desweiteren derart im Ansaugrohr 12 angeordnet bzw. er verfügt über eine derartige Abmessung, daß von ihm der gesamte Querschnitt der 2-Phasen-Strömung erfaßt wird. Demzufolge werden alle in der 2-Phasen-Strömung enthaltenen Partikel 13 vom piezoelektrischen Sensor 10 erfaßt.

15 Eine alternative Anordnung eines piezoelektrischen Sensors 22 in einer 2-Phasen-Strömung zeigt Fig. 2. Der piezoelektrische Sensor 22 ist hierbei in einer Einschnürung 23 eines Ansaugrohrs 24 eines nicht dargestellten Staubsauger angeordnet. Im Bereich der Einschnürung 23 wird die Strömungsgeschwindigkeit der 2-Phasen-Strömung erhöht. Die Staubpartikel 13 treffen demzufolge mit einer erhöhten Geschwindigkeit auf den piezoelektrischen Sensor 22 auf. Dadurch wird die Empfindlichkeit bzw. Auflösung des piezoelektrischen Sensors 22 erhöht.

25 Eine Oberfläche 24 des piezoelektrischen Sensors 22 ist schräg zu der durch den Pfeil 14 angedeuteten Strömungsrichtung der 2-Phasen-Strömung angeordnet. Der piezoelektrische Sensor 22 ist hierbei als eine Folie 26 ausgebildet, die auf einer Mantelfläche 27 der Einschnürung 23 angeordnet ist. Der piezoelektrische Sensor 22 verfügt über eine derartige Abmessung, daß nur ein Teil des Querschnitts der 2-Phasen-Strömung von demselben erfaßbar ist. In der Meßschaltung 18 erfolgt dann eine entsprechende Hochrechnung auf den Gesamtquerschnitt der 2-Phasen-Strömung.

35 Vorzugsweise ist der piezoelektrische Sensor 10, 22 mit einer nicht dargestellten Schutzschicht überzogen. Die Schutzschicht verlangsamt die Alterung des piezoelektrischen Sensors 10 infolge hoher Belastung und erhöht somit die Standzeit.

Desweiteren kann der piezoelektrische Sensor 10, 22 vorgespannt im Ansaugrohr 12 bzw. 24 angeordnet sein. Zwischen piezoelektrischem Sensor 10, 22 und Ansaugrohr 12, 24 ist dann eine elastische Zwischenschicht vorgesehen, mit der die Abklingzeit des piezoelektrischen Sensors 10, 22 verringert werden kann.

Die Maßschaltung 18 zur Aufbereitung und Wiedergabe des von dem piezoelektrischen Sensor 10, 22 erzeugten Signals zeigen Fig. 3, 4.

Die Staubpartikel 13 erzeugen beim Auftreffen auf den piezoelektrischen Sensor 10, 22 ein Ladungssignal 28. Das Ladungssignal 28 ist abhängig von der Bewegungsenergie der Staubpartikel 13. Zur Verlängerung der Standzeit bzw. Zugriffszeit auf das Ladungssignal 28 wird dieses einem Impedanzwandler bzw. Spannungsfolger 29 mit einem Verstärkungsfaktor von etwa 1 zugeführt. Das Ladungssignal 28 wird demnach in ein zeitlich gedehntes Folgesignal 30 umgewandelt. Das Folgesignal 30 enthält neben den durch die Staubpartikel 13 erzeugten hochfrequenten Meßsignalen 31 zusätzlich niederfrequente Störsignale 32. Die niederfrequenten Störsignale 32 werden aus dem Folgesignal 30 durch einen Filter, nämlich einen Hochpaß 33, beseitigt. Der Hochpaß 33 ist dem Spannungsfolger 29 nachgeordnet. Der Hochpaß 33 erzeugt aus dem Folgesignal 30 ein Filtersignal 34, das lediglich die gewünschten Meßsignale 31 enthält.

Die Schwingungsfrequenz der Meßsignale 31 bewegt sich in der Regel oberhalb von 100 kHz. Die Schwingungsfrequenz der Störsignale 32 liegt in der Regel um 20 kHz. Demzufolge wird ein Hochpaß 33 eingesetzt, dessen Grenzfrequenz bei näherungsweise 50 kHz liegt. Die Störsignale 32 lassen sich mit dem Hochpaß auf einfache Weise aus dem Folgesignal 30 ausfiltern.

Anschließend an die Filterung des Folgesignals 30 wird das so erzeugte Filtersignal 34 einer Spitzenwertbestimmung unterzogen. Hierzu ist dem Hochpaß 33 ein Spitzenwertmesser 35 nachgeordnet. Der Spitzenwertmesser 35 erzeugt aus dem Fil-

tersignal 34 ein Spitzenwertsignal 36. Mit Hilfe der Spitzenwertbestimmung läßt sich die Bewegungsenergie der Staubpartikel 13 messen bzw. kalibrieren. Kalibriermessungen haben ergeben, daß sich eine maximale Piezospaltung 37 exponentiell zur Bewegungsenergie der Staubpartikel 13 verhält.

Das Spitzenwertsignal 36 wird einer Meßbereichsschaltung bzw. Selektionsschaltung 38 und darauffolgend einer Wiedergabeeinrichtung 39 mit integrierter Anzeigenelektronik 40 zugeführt. Die Wiedergabeeinrichtung 39 ermöglicht eine optische, akustische und/oder fühlbare Wiedergabe der ermittelten Staubpartikel 13.

Durch die Selektionsschaltung 38 wird das Spitzenwertsignal 36 in verschiedene Eingangssignale 41 für die Wiedergabeeinrichtung 39 umgewandelt. Hierbei wird das Spitzenwertsignal 36 unterschiedlichen, einstellbaren Empfindlichkeitsbereichen bzw. Meßbereichsgrenzen zugeordnet. Die Empfindlichkeitsbereiche bzw. Meßbereichsgrenzen sind logarithmisch gestaffelt. Demzufolge enthält die Selektionsschaltung mindestens einen Verstärker 42.

Die Wiedergabeeinrichtung 39 verfügt über optische Anzeigen 43 sowie nicht dargestellte akustische und fühlbare Wiedergabeelemente.

Als optische Anzeigen 43 werden mehrstellige Leuchtdioden-Anzeigen verwendet. Jedem LED ist ein eigener Meßbereich zugeordnet. Der Nachweis eines einem Meßbereich zugeordneten Staubpartikels 13 wird durch kurzes Aufleuchten des entsprechenden LEDs signalisiert. Sind Form und Dichte des Staubpartikels 13 bekannt und ist desweiteren die Strömungsgeschwindigkeit vorgegeben, so läßt sich direkt auf die Größe des Staubpartikels 13 schließen. Dementsprechend kann jedem Meßbereich ein unterschiedlicher Bereich der Größe der Staubpartikel 13 zugeordnet werden.

Zusätzlich ist jedem LED ein nicht dargestellter Zähler mit vielstelliger, numerischer Anzeige zugeordnet. Mit einem oder

mehreren Zählern wird die Gesamtanzahl der Staubpartikel 13 pro Meßbereich bzw. insgesamt bestimmt. Demzufolge läßt sich eine Verteilung der Staubpartikel 13 anzeigen.

5 Desweiteren verfügt die Wiedergabeeinrichtung 39 über die nicht dargestellten akustischen Wiedergabeelemente. Die akustische Wiedergabe weist den Vorteil auf, daß höhere Auflösungsgrenzen realisierbar sind. Mit der akustischen Wiedergabe der detektierten Staubpartikel 13 läßt sich eine Auflösungsgrenze  
10 bis 10.000 Teilchen pro Sekunde realisieren.

Mit Hilfe der akustischen Wiedergabeelemente läßt sich neben der Anzahl und Größe der nachgewiesenen Staubpartikel 13 auch deren Materialeigenschaft wiedergeben. Die Frequenz der  
15 Meßsignale 31 ist ein Kriterium für die Materialeigenschaft des Staubpartikels 13. Untersuchungen haben gezeigt, daß bei harten Staubpartikeln 13 eine hohe Frequenz und bei weichen Staubpartikeln 13 eine geringe Frequenz der Meßsignale 31 festzustellen ist. Für weiche Staubpartikel 13 ist ein dumpfer  
20 Ton, für harte Staubpartikel 13 ein hoher Ton der akustischen Wiedergabe vorgesehen. Große Staubpartikel 13 werden mit einem lauten und kleine Staubpartikel 13 mit einem leisen Ton wiedergegeben. Die Anzahl der wahrgenommenen Staubpartikel 13 wird durch die Frequenz der akustischen Signale wiedergegeben.

25 Desweiteren ist der Wiedergabeeinrichtung 39 ein nicht dargestelltes, fühlbares Wiedergabeelement zugeordnet. Mit Hilfe einer solchen Tasteinheit werden die Meßsignale 31 in mechanische Vibrationen bzw. Pulse umgewandelt.

30 Zusätzlich verfügt die Meßschaltung 18 über einen Anschluß 44 für ein Oszilloskop oder dergleichen, mit dem die ermittelten Spitzenwertsignale 36 direkt angezeigt werden können.

35 Neben der bloßen Wiedergabe der ermittelten Staubpartikel 13 können die Meßsignale 31 zur Steuerung oder Regelung des Staubsaugers verwendet werden. Die Saugleistung des Staubsaugers wird in Abhängigkeit der Anzahl der detektierten Staubpartikel 13 geregelt bzw. gesteuert. Bei einer geringen Anzahl

9

von Staubpartikeln 13 wird die Saugleistung des Staubsaugers gedrosselt, nämlich seine Motorleistung verringert.

\*\*\*\*\*

5

**Ansprüche:**

1. Verfahren zum Nachweis von Partikeln einer 2-Phasen-Strömung, insbesondere zum Nachweis von Staub in Luft, dadurch gekennzeichnet, daß ein piezoelektrischer Sensor (10) mindestens von einem Teil der 2-Phasen-Strömung beaufschlagt wird und ein von Anzahl und/oder Art der nachzuweisenden Partikel abhängiges Signal (Ladungssignal 28) erzeugt wird.  
5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das erzeugte Signal optisch und/oder akustisch und/oder fühlbar wiedergegeben wird.  
10
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal vor der Wiedergabe aufbereitet wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal zur Beseitigung von Störsignalen (32), insbesondere zur Beseitigung eines Meßrauschens, gefiltert wird (Filtersignal 34).  
15
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtersignal (34) in ein Spitzenwertsignal (36) umgewandelt wird und daß dieses zur qualitativen und/oder quantitativen Anzeige einer Wiedergabe-einrichtung (39) zugeführt wird.  
20
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Ladungssignal (28) des piezoelektrischen Sensors (10, 22) zur Verlängerung der Standzeit bzw. Zugriffszeit einem Spannungsfolger (29) zugeführt wird.  
25  
30
7. Verfahren zum Steuern oder Regeln eines Staubsaugers, dadurch gekennzeichnet, daß ein piezoelektrischer Sensor (10,

22) mindestens von einem Teil einer 2-Phasen-Strömung beaufschlagt wird und ein von Anzahl und/oder Art der aufzusaugenden Staubpartikel (13) abhängiges Signal (Ladungssignal 28) erzeugt und daß das Signal (Ladungssignal 28) zur Steuerung oder  
5 Regelung der Saugleistung des Staubsaugers verwendet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal zur Steuerung oder Regelung der Motorleistung des  
10 Staubsaugers verwendet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Ladungssignal (28) zur Beseitigung von Störsignalen (32) gefiltert wird (Filtersignal 34), darauffolgend das Filtersignal (34) in ein Spitzenwertsignal (36) umgewandelt  
15 wird und daß dieses zur Steuerung oder Regelung des Staubsaugers verwendet wird.

10. Staubsauger, gekennzeichnet durch mindestens einen piezoelektrischen Sensor (10, 22), der mindestens von einem Teil  
20 einer 2-Phasen-Strömung beaufschlagbar ist, und durch mindestens eine Wiedergabeeinrichtung (39) zur qualitativen und/oder quantitativen Wiedergabe eines vom piezoelektrischen Sensor (10, 22) erzeugten Signals (Ladungssignal 28).

25 11. Staubsauger nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der piezoelektrische Sensor (10, 22) in einem Strömungsweg (11) der 2-Phasen-Strömung angeordnet ist.

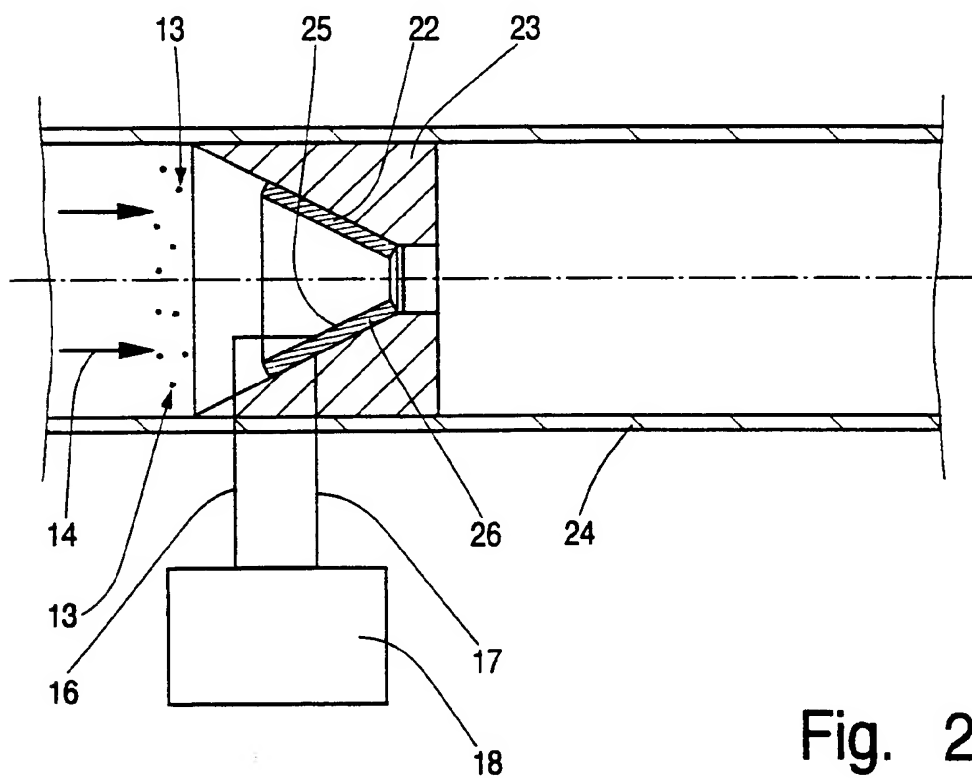
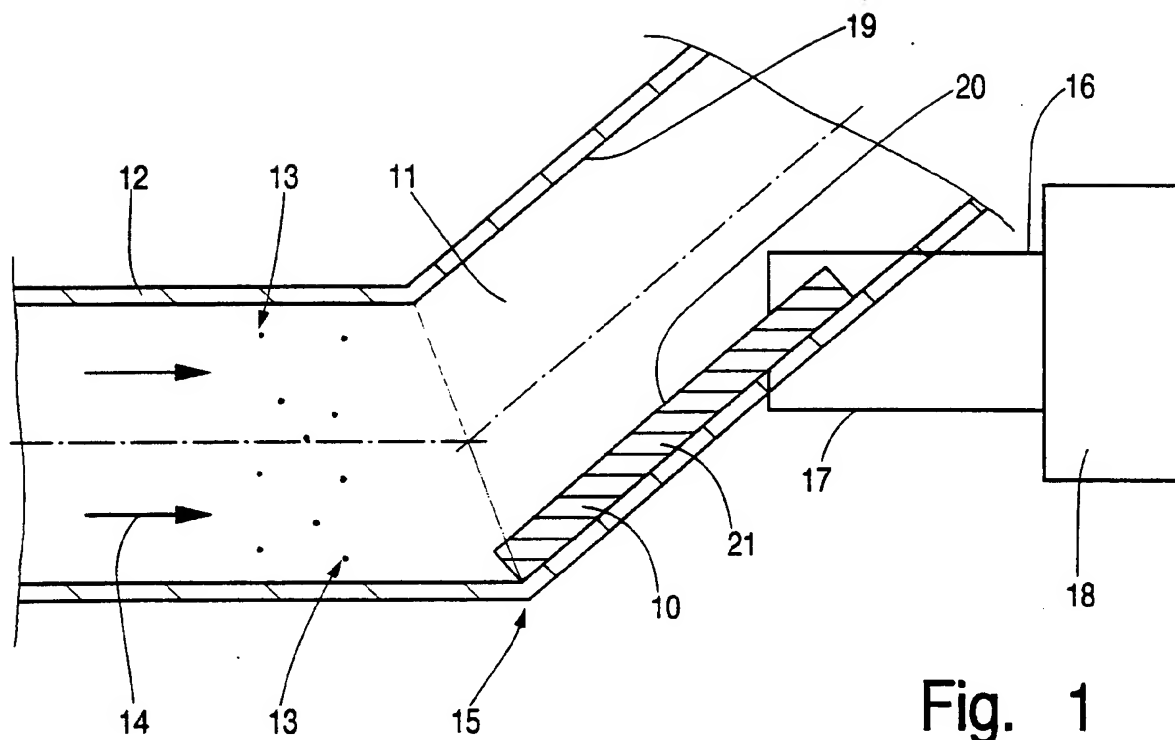
30 12. Staubsauger nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der piezoelektrische Sensor (10, 22) im Strömungsweg (11) schräg zur einer Strömungsrichtung (Pfeil 14) angeordnet ist.

35 13. Staubsauger nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der piezoelektrische Sensor (10, 22) in einer Einschnürung (23) des Strömungswegs (11) angeordnet ist.

14. Staubsauger nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der piezoelektrische Sensor (10, 22) als Folie (26) ausgebildet ist.
- 5 15. Staubsauger nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der piezoelektrische Sensor (10, 22) als Kristall (21) ausgebildet ist.
- 10 16. Staubsauger nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der piezoelektrische Sensor (10, 22) direkt oder indirekt im Strömungsweg (11) angeordnet ist.
- 15 17. Staubsauger nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 16, gekennzeichnet durch eine Meßschaltung (18) zur Aufbereitung des Signals (Ladungssignal 28).
- 20 18. Staubsauger nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschaltung (18) einen Hochpaß (33) zur Filterung des Ladungssignals (28) sowie einen Spitzenwertmesser (35) zur Bestimmung eines Spitzenwertsignals (36) aufweist.
- 25 19. Staubsauger nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 18, gekennzeichnet durch eine in Abhängigkeit vom Ladungssignal (28) steuerbare Saugleistung.

\*\*\*\*\*

1 / 3



2 / 3

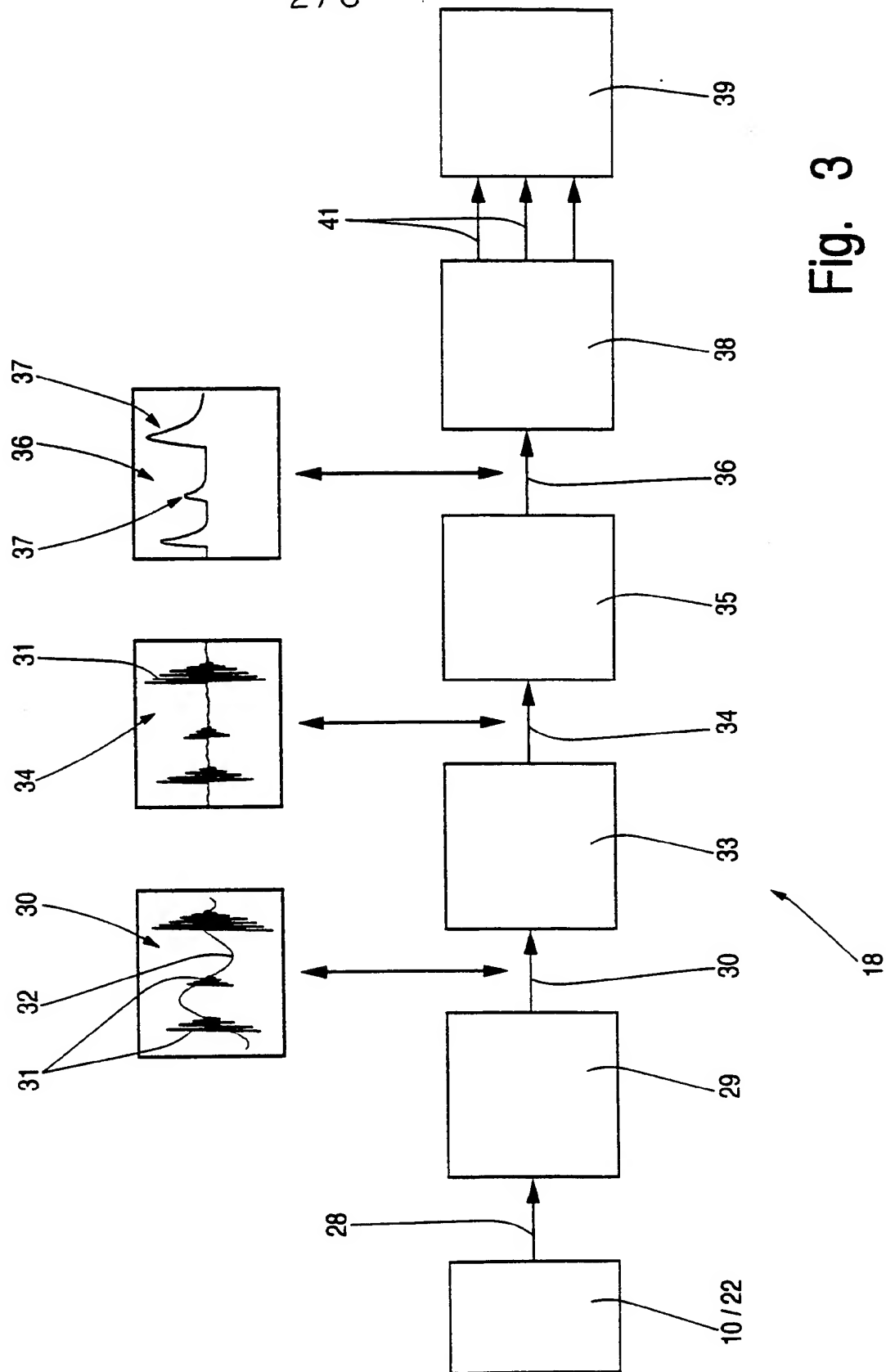
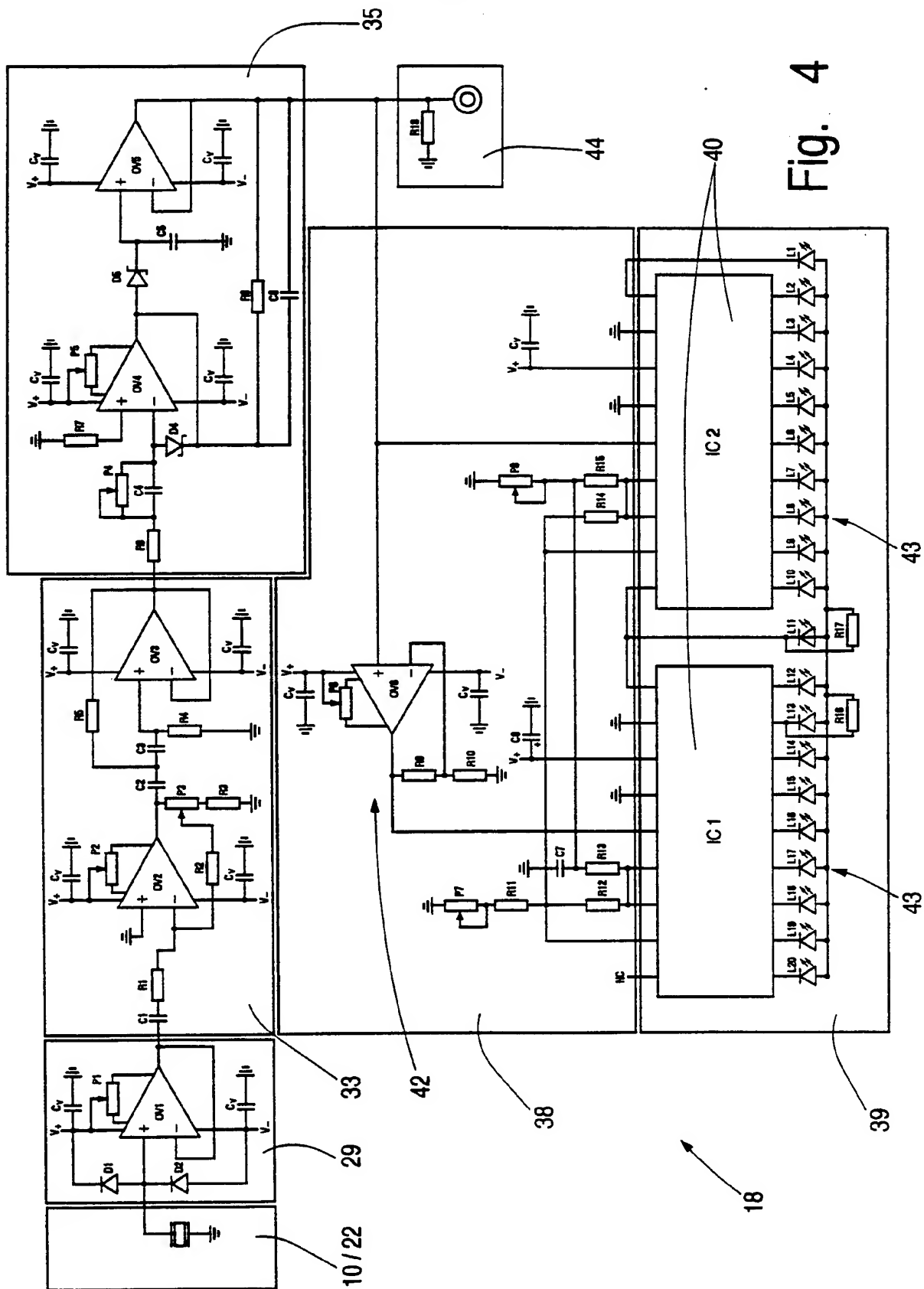


Fig. 3

3 / 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Application No  
PCT/EP 95/01529

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 G01N15/00 A47L9/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 A47L G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB,A,2 225 933 (HOOVER PLC) 20 June 1990  see abstract see page 6, line 23 - page 8, line 10; figure 2 see page 11, line 12-24 see page 13, line 17-33 ---	1-5, 7-12, 14-19
X	US,A,3 989 311 (DE BREY) 2 November 1976  see column 1, line 30-50 see column 3, line 55 - column 4, line 22 ---	1-3, 10-12, 15-17
X	US,A,4 114 557 (DE BREY) 19 September 1978 see column 2, line 7-24; figure 1 --- -/--	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 August 1995

Date of mailing of the international search report

25. 08. 95

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zinngrebe, U

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Application No  
PCT/EP 95/01529

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US,A,5 070 722 (HAWMANN ET AL.) 10  December 1991  see column 3, line 14 - column 4, line 22;  figures 2,3  -----</p>	4,5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter. Application No

PCT/EP 95/01529

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB-A-2225933	20-06-90	AU-B- 639215 AU-A- 4582389	22-07-93 14-06-90
US-A-3989311	02-11-76	US-A- 3842791 US-A- 3674316 US-A- 3960106 US-A- 3993017 US-A- 4114557	22-10-74 04-07-72 01-06-76 23-11-76 19-09-78
US-A-4114557	19-09-78	US-A- 3989311 US-A- 3842791 US-A- 3674316 US-A- 3960106 US-A- 3993017	02-11-76 22-10-74 04-07-72 01-06-76 23-11-76
US-A-5070722	10-12-91	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 95/01529

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 G01N15/00 A47L9/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 A47L G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB,A,2 225 933 (HOOVER PLC) 20. Juni 1990  siehe Zusammenfassung siehe Seite 6, Zeile 23 - Seite 8, Zeile 10; Abbildung 2 siehe Seite 11, Zeile 12-24 siehe Seite 13, Zeile 17-33 ---	1-5, 7-12, 14-19
X	US,A,3 989 311 (DE BREY) 2. November 1976  siehe Spalte 1, Zeile 30-50 siehe Spalte 3, Zeile 55 - Spalte 4, Zeile 22 --- -/--	1-3, 10-12, 15-17

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "I" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. August 1995

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25. 08. 95

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Zinngrebe, U

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter nales Aktenzeichen  
PCT/EP 95/01529

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US,A,4 114 557 (DE BREY) 19. September 1978 siehe Spalte 2, Zeile 7-24; Abbildung 1 ----	1
A	US,A,5 070 722 (HAWMANN ET AL.) 10. Dezember 1991 siehe Spalte 3, Zeile 14 - Spalte 4, Zeile 22; Abbildungen 2,3 -----	4,5

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inter.: Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 95/01529

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB-A-2225933	20-06-90	AU-B- 639215 AU-A- 4582389	22-07-93 14-06-90
US-A-3989311	02-11-76	US-A- 3842791 US-A- 3674316 US-A- 3960106 US-A- 3993017 US-A- 4114557	22-10-74 04-07-72 01-06-76 23-11-76 19-09-78
US-A-4114557	19-09-78	US-A- 3989311 US-A- 3842791 US-A- 3674316 US-A- 3960106 US-A- 3993017	02-11-76 22-10-74 04-07-72 01-06-76 23-11-76
US-A-5070722	10-12-91	KEINE	